



Spesifikasi baja tulangan yang dilapis epoksi



© BSN 2011

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Ketentuan pemesanan.....	2
5 Bahan	3
6 Persiapan permukaan.....	3
7 Pekerjaan pelapisan (<i>coating application</i>)	4
8 Persyaratan bagi tulangan baja yang telah dilapisi (<i>coated</i>)	5
9 Jumlah pengujian.....	6
10 Uji ulang.....	7
11 Batas izin dan perbaikannya.....	7
12 Inspeksi.....	7
13 Penolakan.....	7
14 Sertifikasi	8
15 Penanganan dan identifikasi.....	8
Lampiran A (normatif) Persyaratan pelapis organik untuk baja tulangan	9
Lampiran B (informatif) Petunjuk praktis untuk pekerjaan lapangan	14
Bibliografi	16
 Gambar A.1 - Konfigurasi alat pengujian ketidaglekatan/ <i>disbondment</i> katodik	 11
Gambar A.2 - Konfigurasi alat pengujian permeabilitas klorida.....	12
 Tabel 1 - Syarat uji lengkung	 6

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang *Spesifikasi baja tulangan yang dilapis epoksi* adalah adopsi dari ASTM A 775/A 775 M, *Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars*.

SNI ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis No. 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01-S2 melalui Gugus Kerja Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) Nomor 8 Tahun 2007 dan dibahas dalam forum konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 28 Juli 2008 di Bandung, oleh Subpanitia Teknis yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.



Spesifikasi baja tulangan yang dilapis epoksi

1 Ruang lingkup

Standar ini meliputi baja tulangan ulir dan polos dengan pelapis protektif epoksi yang menggunakan metoda semprot elektrostatis. Persyaratan pelapis organik dan petunjuk praktis di lapangan tertera pada Lampiran A dan Lampiran B.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan standar ini:

ASTM A 615/A 615M, *Specification for deformed and plain billet-steel bars for concrete reinforcement.*

ASTM A 706/A 706M, *Specification for low-alloy steel deformed and plain bars for concrete reinforcement.*

ASTM A 944, *Test method for comparing bond strength of steel reinforcing bars to concrete using beam-end specimens.*

ASTM A 996/A 996M, *Specification for rail-steel and axle-steel deformed bars for concrete reinforcement.*

ASTM B 117, *Practice for operating salt spray (fog) apparatus.*

ASTM D 4060, *Test method for abrasion resistance of organic coatings by taber abrasor.*

ASTM G 8, *Test method for cathodic disbonding of pipeline coatings.*

ASTM G 12, *Test method for nondestructive measurement of film thickness of pipeline coatings.*

ASTM G 14, *Test method for impact resistance of pipeline coatings (falling weight test).*

ASTM G 20, *Test method for chemical resistance of pipeline coatings.*

ASTM G 62, *Test method for holiday detection pipeline coatings.*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam standar ini adalah sebagai berikut:

3.1

bahan tambal (*patching material*)

bahan pelapis epoksi yang terdiri dari dua bahan cair yang digunakan untuk memperbaiki permukaan yang rusak atau terkelupas

3.2

blasting

penyemprotan/penyemburan untuk membersihkan permukaan baja yang akan dilapisi

3.3

crosslinking agent

bahan yang menyatukan dari beberapa polimer yang mempunyai sifat fisik berbeda

SNI 7564:2011

3.4

disbonding

kehilangan daya adesi antara pelapis epoksi dan baja tulangan

3.5

holiday

ketidakkontinuan pelapisan yang tak terlihat oleh mata atau tanpa dengan alat bantu

3.6

mandrel

penekan dan cetakan pada alat uji lengkung

3.7

pelapis konversi (*conversion coating*)

suatu pekerjaan persiapan yaitu membersihkan permukaan baja dengan penyemprotan, sebelum pelapisan dilakukan untuk membuat metal/besi memberikan daya adesi terhadap pelapis, mengurangi daya reaksi metal/besi terhadap pelapis, meningkatkan daya tahan terhadap korosi, dan meningkatkan daya tahan terhadap pembengkakan/melepuh (*blister*)

3.8

pelapis epoksi dengan ikatan fusi (*fusion-bonded epoxy coating*)

produk yang terdiri dari pigmen, epoksi resin yang terukur temperaturnya, bahan *crosslinking* dan bahan aditif lainnya, yang berbentuk serbuk menyatu yang digunakan pada besi panas yang bersih dan membentuk lapisan pelindung secara kontinyu

3.9

tup

alat penumbuk

3.10

wetting agent

bahan yang menurunkan tegangan permukaan air, sehingga air lebih efektif melakukan penetrasi ke bagian permukaan yang tidak kontinyu sehingga bisa memberikan indikasi yang lebih akurat terhadap jumlah cacat (*holiday*)

4 Ketentuan pemesanan

Pemesan harus mencantumkan semua persyaratan yang diperlukan untuk baja tulangan yang dilapisi sesuai dengan spesifikasi ini. Selain itu juga harus mencantumkan hal-hal sebagai berikut:

- a) spesifikasi baja tulangan dan tahun pengeluaran;
- b) jumlah tulangan;
- c) ukuran dan mutu tulangan;
- d) persyaratan untuk serbuk pelapis dan data pengujiannya (lihat 5 b) dan 5 c));
- e) persyaratan bahan tambal;
- f) jumlah bahan tambal;
- g) persyaratan khusus untuk periodik pengujian (lihat Pasal 9);
- h) suatu laporan hasil pengujian pada tulangan baja yang telah dilapis, disyaratkan (lihat Pasal 8);

- i) kebutuhan penyediaan laporan untuk baja tulangan yang dilapis;
- j) benda uji tambahan yang harus disediakan oleh pemesan untuk pengujian untuk baja tulangan yang dilapis;
- k) sertifikasi dan kualifikasi pembuat;
- l) prosedur dan proses pelapisan oleh aplikator harus ditunjukkan kepada pemesan.

5 Bahan

- a) Baja tulangan yang akan dilapis harus memenuhi salah satu spesifikasi berikut: ASTM A 615M, ASTM A 706M, atau ASTM A 996M (ASTM A 615, ASTM A 706, atau ASTM A 996), sebagaimana ditentukan oleh pemesan dan harus bebas dari pencemaran seperti minyak, pelumas, atau cat;
- b) Pelapis serbuk harus sesuai persyaratan sebagaimana dalam Lampiran A. Pada tahap pemilihan, pemesan harus diberikan laporan hasil pengujian sebagai bahan penilaian/pertimbangan;
 - 1) sertifikat harus diberikan kepada pemesan yang menyatakan jumlah masing-masing serbuk yang dipesan, kuantitas bahan/material yang terwakili, tanggal pembuatan, nama dan alamat pembuat, dan pernyataan bahwa pelapis serbuk yang dikirim/disuplai komposisinya sama sebagaimana ditentukan menurut Lampiran A;
 - 2) pelapis serbuk harus disimpan dalam tempat yang terkontrol temperaturnya, termasuk rekomendasi tertulis dari pabrik pembuatnya sampai siap digunakan. Bilamana temperatur penyimpanan di bawah temperatur pabrik, maka pelapis serbuk harus diberikan waktu yang cukup untuk mencapai kira-kira temperatur pabrik. Pelapis serbuk harus digunakan dalam jangka waktu rekomendasi yang tertulis oleh pabrik pembuatnya.
- c) Jika ditentukan dalam pesanan, sampel pelapis serbuk seberat 0,2 kg yang mewakili harus dikirim kepada pemesan dari masing-masing kelompok/adukan (*batch*). Sampel harus dibungkus dalam wadah kedap udara dan ditandai nomor kelompok (*batch*).
- d) Jika ditentukan dalam pesanan, bahan tambal, yang cocok dengan pelapis, yang tidak bereaksi dengan beton dan direkomendasikan pabrik pembuatnya, maka harus dikirim ke pemesan.

6 Persiapan permukaan

- a) Permukaan baja tulangan yang dilapisi harus dibersihkan dengan pembersih semprot abrasif sampai mendekati syarat visual putih sesuai ketentuan SSPC-SP10 (*Near-White Blast Cleaning*). Langkah-langkah tambahan penanganan permukaan harus dilakukan sebagaimana ditunjukkan dalam Lampiran A. Standar visual yang dijadikan perbandingan untuk menentukan kondisi permukaan akhir adalah SSPC-VIS 1 (*Pictorial surface preparation standards for painting steel surface*). Kedalaman kekasaran maksimum hasil penyemprotan rata-rata yang terukur antara 0,04 mm sampai dengan 0,10 mm, sebagaimana ditentukan oleh pengukuran pita replika yang menggunakan NACE RP287-87 (*Field measurement of surface profile of abrasive blast-cleaned steel surface using a replica tape*), harus dianggap sebagai acuan.

Penggunaan alat pengukur permukaan tipe "profilometer" direkomendasikan untuk mengukur kedalaman hasil abrasi maksimum.

SNI 7564:2011

Pembersih baja semprot abrasif dengan kadar pasir silika tinggi (>90%) sebagai media pembersih sesuai untuk pelapisan adesi. Setelah pasir silika (*grit*) halus didaur ulang maka akan nampak potongan-potongan kecil.

- b) Pembersih berudara kering bertekanan tinggi dengan multi arah harus digunakan setelah penyemprotan untuk menghilangkan debu, pasir halus dan partikel lainnya dari permukaan baja yang disemprot. Pembersihan jangan sampai meninggalkan oli pada baja tulangan;

Jika direkomendasikan, maka baja tulangan dan media penyemprotan harus diperiksa dari kontaminasi garam sebelum digunakan. Media penyemprotan yang terkontaminasi garam harus ditolak. Baja tulangan yang terkontaminasi garam harus dibersihkan dengan pembersih asam atau cara lain yang sesuai untuk menghilangkan garam dari permukaan tulangan sebelum dilakukan pembersihan dengan penyemprotan.

- c) Pembuat harus diizinkan menggunakan pencuci/pembersih kimia atau konversi atau kedua-duanya terhadap tulangan baja yang disemprot, untuk menaikkan daya lekat pelapis. Pekerjaan awal ini harus dilakukan setelah penggosokan (*abrasive cleaning*) dan sebelum pekerjaan pelapisan, dengan instruksi pekerjaan secara tertulis yang ditentukan oleh pabrik pembuat.

7 Pekerjaan pelapisan (*coating application*)

- a) Jika pekerjaan awal dilakukan dalam persiapan permukaan, maka pelapis serbuk harus digunakan pada permukaan baja tulangan yang telah dibersihkan sesegera mungkin dilakukan setelah pembersihan permukaan selesai, sebelum terjadinya oksidasi pada permukaan baja yang terlihat secara visual. Pekerjaan pelapisan tidak diperbolehkan melebihi waktu 3 jam setelah pembersihan.
- b) Pelapis serbuk epoksi yang berikatan dengan fusi, harus digunakan sesuai dengan rekomendasi tertulis dari pembuat dalam rentang temperatur permukaan baja permulaan dan persyaratan dalam masa perawatan paska pekerjaan dilakukan. Selama pekerjaan berlangsung, temperatur permukaan dengan segera diukur (terutama daerah yang dilapis) harus diukur dengan menggunakan alat infra merah atau *crayon* pengukur temperatur, atau keduanya paling tidak setiap 30 menit;

Direkomendasikan menggunakan infra merah dan *crayon* pengukur temperatur baja tulangan.

- c) Pelapis serbuk harus digunakan dengan semprotan elektrostatis atau cara lain yang cocok.

8 Persyaratan bagi tulangan baja yang telah dilapisi (*coated*)

a) Ketebalan pelapis;

- 1) Sebagai syarat penerimaan, minimal 90% dari seluruh ketebalan setelah perawatan harus terukur antara 175 μm sampai dengan 300 μm . Jika ditemukan lebih dari 5% dari ketebalan yang terukur kurang dari 125 μm , maka harus ditolak. Ketebalan di atas batas yang ditentukan tidak perlu diperbaiki;
- 2) Pengukuran ketebalan minimum 15 tulangan baja yang dilapis harus dilakukan sepanjang masing-masing sisi tulangan yang diuji;
- 3) Pengukuran harus dilakukan menurut metode uji pada ASTM G12 (*Test Method for Nondestructive Measurement of Film Thickness of Pipe Line Coatings on Steel*), berikut instruksi kalibrasi dan penggunaan yang direkomendasikan oleh pembuat *thickness gauge*. *Pull-off* atau *fixed probe gauge* harus digunakan. *Pull-off gauge* tipe pensil yang memerlukan operator untuk menilai/mengobservasi bacaan magnet instant pada permukaan jangan digunakan;
- 4) Ketebalan pelapis harus diukur pada batang dengan panjang lurus dari tulangan yang telah mengalami deformasi.

b) Kontinuitas pelapis;

- 1) Pabrik pembuat harus mempunyai *detektor holiday* arus langsung tipe spon basah dengan operasionalnya sistem in-line menggunakan daya 67,5 Volt; 80.000 Ω atau metode yang sama dengan suatu sistem penghitungan *holiday* otomatis untuk menentukan penerimaan tulangan baja sebelum pengiriman;

Pengecek *detector holiday hand-held* harus dilakukan untuk setiap produksi harian untuk memverifikasi sistem *in-linenya*. *Detector holiday hand-held* adalah suatu cara yang sesuai untuk mengkorelasikan data yang dihasilkan dari sistem deteksi *holiday in-line*.

- 2) Rata-rata, tidak boleh lebih dari 3 *holiday* per meter untuk seluruh produksi;
- 3) Bahan pelembab (*wetting agent*) harus digunakan sesuai metode pengujian ASTM G 62 (*Test Methods for Holiday Detection in Pipeline Coatings*) untuk pemeriksaan *holiday* pada tulangan baja yang telah dilapis.

c) Kelenturan pelapis;

- 1) Kelenturan pelapis harus dievaluasi berdasarkan hasil pelengkungan tulangan baja yang telah dilapis pada suatu angka seragam sekitar mandrel ukuran tertentu pada perioda seperti tertera dalam Tabel 1. Dua frame secara longitudinal harus ditempatkan pada bidang tegak lurus terhadap jari-jari mandrel. Contoh uji harus bertemperatur diantara 20°C sampai dengan 30°C;
- 2) Retak atau kehilangan lekatan dari pelapis pada radius luar batang lengkung yang terlihat secara visual atau dengan kaca pembesar dipertimbangkan untuk menolak benda uji berdasarkan sampel hasil uji lengkung;

Persyaratan kualifikasi untuk kelenturan pelapisan (lihat Lampiran A) ketentuan lengkung sekitar mandrel berdiameter 150 mm untuk baja ulir berdiameter 19,1 mm. Persyaratan uji lengkung dalam Tabel 1 untuk menilai kelenturan pelapisan dari baja tulangan yang telah dilapis, untuk berdiameter 9,5 mm sampai dengan 25,4 mm tidak sesuai dengan pelengkungan pabrikasi. Diameter yang telah dilengkungkan untuk tulangan berdiameter 9,5 mm sampai dengan 25,4 mm secara aktual lebih kecil dari pada yang tertera pada Tabel 1. Jadi kondisi lengkung terakhir dari tulangan yang telah dilapis, khususnya dengan ukuran yang lebih kecil untuk sengkang dan pengikat, maka harus diperiksa secara seksama adanya retak rambut

SNI 7564:2011

pada radius/jari luar batang yang lengkung. Seandainya ada retak rambut, maka harus diperbaiki dengan bahan tambal.

- 3) Bila terjadi fraktur atau keruntuhan pada sebuah pengujian lengkung dari tulangan baja, retak atau ketidaklekatan ikatan yang disebabkan oleh ketidaksempurnaan dari permukaan batang setelah dilakukan pengujian lengkung, maka pengujian harus diulang dengan benda uji baru.

Tabel 1 - Syarat uji lengkung

Diameter nominal tulangan (mm)	Diameter mandrel (mm)	Sudut lengkung setelah <i>rebound</i> (derajat)	Waktu maksimum (detik)
9,5	75	180	15
12,7	100	180	15
15,9	125	180	15
19,1	150	180	15
22,2	175	180	45
25,4	200	180	45
28,7	230	180	45
32,3	250	180	45
35,8	280	180	45
43,0	430	90	45
57,3	580	90	45

- d) Daya adesi pelapis;

Daya adesi pelapis harus dievaluasi oleh hasil pengujian baja tulangan yang telah dilapis menurut prosedur pengujian katodik ketidaklekatan yang dijelaskan dalam Lampiran A. Data hasil pengujian tulangan baja yang telah dilapis yang lengkap harus disediakan berdasarkan permintaan pemesan.

Direkomendasikan bahwa pembuat tetap menyimpan benda uji selama 30 hari produksi dan menggunakan rata-rata 30 harian dari data pengujian ketidaklekatan pelapis sebagai dasar untuk mengontrol proses pelapisan tulangan.

- e) Persyaratan untuk tulangan baja yang telah dilapis harus dipenuhi oleh pabrik sebelum pengiriman dilakukan.

9 Jumlah pengujian

- a) Pemesan harus mempunyai pilihan untuk menentukan contoh uji dan jadwal pengujian untuk jumlah dan frekuensi pengujian ketebalan pelapis, kontinuitas, fleksibilitas dan daya adesi;
- b) Apabila jumlah dan frekuensi pengujian tidak ditentukan oleh pemesan, maka dilakukan hal berikut:
 - 1) pengujian ketebalan pelapis harus dibuat minimal untuk dua batang dari masing-masing ukuran setiap dua jam produksi;
 - 2) uji lengkung untuk fleksibilitas pelapis harus dilakukan minimal satu batang dari masing-masing ukuran untuk setiap empat jam produksi, dan;
 - 3) pengujian secara acak dilakukan untuk kontinuitas pelapis.

- c) Daya adesi pelapis yang diukur dengan pengujian katodik ketidaglekatan harus dipilih minimal satu batang setiap 8 (delapan) jam produksi.

Baja tulangan yang telah dilapis yang diuji lekatan adesinya harus dipilih dari ukurannya dan proses produksinya sehingga terwakili seluruh proses pelapisan.

10 Uji ulang

Jika benda uji untuk pengujian ketebalan atau kelenturan tidak memenuhi persyaratan yang ditentukan, maka dua pengujian ulang secara acak harus dilakukan untuk masing-masing benda uji tersebut. Jika hasil kedua pengujian tersebut memenuhi persyaratan, maka tulangan baja tersebut bisa diterima.

11 Batas izin dan perbaikannya

- a) Jumlah maksimum yang rusak dan diperbaiki tidak boleh lebih 1% dari luas permukaan total untuk setiap 0,3 m batang. Batas izin dari perbaikan pelapis tidak termasuk ujung yang telah dilapis dengan bahan tambal;
- b) Semua pelapis yang rusak karena pabrikasi atau perjalanan (menuju pengiriman) harus diperbaiki dengan bahan tambal;

Seandainya jumlah pelapis yang rusak yang diperbaiki 0,3 per meter panjang tulangan yang dilapis lebih dari 1%, maka bagian pelapisnya harus dibersihkan dan dibuang. Dalam pelapisan yang rusak dengan penambalan, perawatan dilakukan dengan tidak menambahkan material secara berlebih selama proses penambalan. Terlalu besar ketebalan tambalan, khususnya untuk ukuran tulangan yang lebih kecil akan menyebabkan pengurangan kekuatan ikatan tulangan ke beton.

- c) Permukaan yang diperbaiki harus mempunyai ketebalan pelapis minimal 175 μm ;
- d) Apabila batang yang telah dilapis digunting, digergaji atau dipotong dengan alat lain selama proses pabrikasi, ujung batang yang dipotong tersebut harus dilapis dengan bahan tambal. Tulangan baja yang telah dilapis tidak boleh dipotong dengan api;
- e) Perbaikan pelapis harus dilakukan sesuai dengan rekomendasi tertulis pabrik.

12 Inspeksi

Inspektor yang mewakili pemesan harus diizinkan masuk ke pabrik setiap saat pada bagian pembuat lapisan pelapis, yang berkaitan dengan tulangan baja yang telah dilapis yang dipesan. Pembuat harus menyediakan segala fasilitas keamanan yang layak bagi inspektor baja tulangan yang telah dilapis sesuai dengan spesifikasi ini. Semua pengujian dan inspeksi harus dilakukan di tempat pembuatan sebelum pengiriman, kecuali ditentukan lain, dan tidak mengganggu pelaksanaan proses pelapisan. Pemesan atau yang mewakili harus diizinkan untuk mengukur panjang tulangan baja yang telah dilapis selama produksi berlangsung untuk pengujian.

13 Penolakan

Tulangan baja diwakili oleh spesimen pengujian yang tidak sesuai persyaratan spesifikasi ini harus ditolak dan ditandai dengan cat kontras atau identifikasi yang cocok. Apabila ini terjadi, maka harus diganti atau diproduksi ulang dan diajukan ulang untuk penerimaan uji sesuai dengan persyaratan spesifikasi.

SNI 7564:2011

Apabila pelapis tidak dikupas dari tulangan baja yang ditolak, maka tulangan harus dibuang atau diklasifikasikan sebagai tulangan tidak dilapis.

14 Sertifikasi

Pada waktu pengiriman, pemesan harus disediakan sertifikat tertulis dari sampel yang mewakili setiap kelompok produksi yang telah diuji. Apabila ditentukan dalam pemesanan kontrak, laporan hasil pengujian harus disediakan.

15 Penanganan dan identifikasi

- a) Semua sistem untuk penanganan baja tulangan yang telah dilapis harus saling bersentuhan secara langsung. Semua gulungan yang terikat harus diletakkan beralas atau dalam gulungan yang cocok untuk mencegah kerusakan pelapis. Semua ikatan harus disangga dengan penyangga yang kuat (*strong back*), batang penyebar (*spreader bar*), penyangga berkelipatan (*multiple*), atau penyangga platform untuk mencegah goresan antar batang dari akibat longgarnya ikatan tulangan baja yang telah dilapis;
- b) Jika keadaan lapangan membutuhkan penumpukan baja tulangan lebih dari 2 bulan, maka tempat penyimpanan tertutup yang terukur harus diimplementasikan untuk melindungi material dari sinar matahari, garam dan cuaca luar. Jika pabrik pembuat baja tulangan yang telah dilapis tidak memberikan pelindung, maka tanggal tulangan yang ditempatkan di luar harus dicatat dalam label identifikasi pada bundel tulangan. Baja tulangan yang telah dilapis, baik individual atau bundel ataupun keduanya harus dilindungi dengan lembar *polyethylene* kedap cahaya atau bahan material protektif yang kedap cahaya lain yang cocok. Untuk tumpukan bundel, cover pelindung harus menutup melingkari tumpukan. Pelindung harus cukup melindungi, dan mengalirkan udara sekitar tulangan untuk meminimalkan pengembangan di bawah pelindung;
- c) Baja tulangan yang telah dilapis, baik individual atau bundel ataupun keduanya tidak boleh disimpan pada tempat penyimpanan perlindungan di atas tanah langsung;
- d) Identifikasi semua baja tulangan dari proses pelapisan dan pabrikasi harus tetap dijaga sampai pengiriman.

Lampiran A (normatif) Persyaratan pelapis organik untuk baja tulangan

A.1 Pelapis serbuk

Lampiran ini meliputi persyaratan kualifikasi untuk pelapis organik untuk melindungi baja dari korosi. Serbuk pelapis harus komposisi organik kecuali pigmen jika digunakan.

A.2 Benda uji

- a) Suatu contoh uji 0,5 kg dengan deskripsi generik dan *fingerprint* (mencakup metoda spektroskopi inframerah atau analisa panas) akan menjadi bagian dari pengujian. Deskripsi *fingerprint* dan generik harus menjadi bagian integral kualifikasi laporan pengujian;
- b) Contoh uji bahan tambal harus disampaikan kepada bagian pengujian. Nama produk dan deskripsi bahan tambal harus disampaikan dalam laporan pengujian;
- c) Contoh uji.
 - 1) Berikut diberikan jumlah minimum untuk pengujian:
 - empat belas buah dengan panjang 1,2 m baja ulir berdiameter 19,1 mm, mutu 420, dengan suatu ketebalan lapisan 175 μm sampai dengan 300 μm ;
 - enam baja tulangan berdiameter 19,1 mm yang tidak dibersihkan dan tidak dilapis, dengan panjang 1,2 m, dan dari kelompok baja yang sama;
 - empat buah plat baja berukuran 100 mm x 100 mm x 1,3 mm dengan lubang pusat untuk taber abrasers yang telah dilapisi ketebalannya 250 $\mu\text{m} \pm 50 \mu\text{m}$ [10 mils ± 2 mils];
 - empat buah lapisan tipis (*film*) yang dilapisi bahan pelapis dengan suatu ketebalan 175 μm sampai dengan 225 μm . Ketebalan lapisan tipis minimal 100 mm x 100 mm;
 - empat belas buah baja 19,1 mm dengan panjang 0,25 m, yang dilapisi dengan ketebalan 175 μm sampai dengan 300 μm . Ujung tulangan baja harus ditutup dengan bahan tambal.
 - 2) Baja tulangan berdiameter 19,1 mm ± 1 mm harus diterima untuk pengujian kualifikasi;
 - 3) Pelapis pada tulangan dan lapisan tipis yang diuji harus tanpa lubang, tanpa rongga, tidak terkontaminasi, tanpa retak dan bukan daerah yang cacat/rusak. Tulangan yang dilapisi harus dicek untuk cacat dengan menggunakan daya 67,5 V, 80000 Ω , jenis spon basah (*wet-sponge*) yang merupakan *detektor holiday* menurut metoda uji ASTM G 62. Total jumlah cacat yang diuji pada contoh uji harus dilaporkan;
 - 4) Pengukuran ketebalan pelapis harus dibuat sesuai 8 a);
 - 5) Pabrikan akan menetapkan metoda dan nilai/kelas persiapan permukaan metal dan prosedur aplikasi pelapisan untuk pengujian contoh uji dan produksi kontrak tulangan baja. Prosedur-prosedur tersebut harus tertera dalam laporan pengujian.
- d) Tipikal pemesanan.
 Tipikal pemesanan baja tulangan sebagai berikut: baja tulangan ulir dengan mutu 420 MPa sesuai ASTM A 615M, 6000 m, berdiameter 19,1 mm, panjang 12 m dalam keadaan aman untuk dibawa/diangkat dengan jarak yang cukup, dilapis epoksi sesuai

SNI 7564:2011

dengan standar ini, termasuk sertifikat untuk serbuk pelapis dan tulangan yang dilapis, dan 1 Liter bahan penambal.

CATATAN A.1 – Baja tulangan yang dilapis harus dibuat dari bahan yang kualifikasinya sama. Oleh karena itu, perlu disiapkan kualifikasi tulangan dalam proposal produksi. Variasi dalam persiapan kritis, pengaturan, dan prosedur pelapisan diizinkan tanpa mengurangi mutu harus juga terinci dalam laporan.

A.3 Persyaratan pelapis

A.3.1 Tahanan kimia

Tahanan kimia dari pelapis dievaluasi sesuai metoda uji ASTM G 20 dengan baja dilapisi yang direndam masing-masing berikut ini: air suling, 3 M larutan CaCl_2 , 3 M larutan NaOH , dan larutan jenuh Ca(OH)_2 . Benda uji tanpa cacat dan benda uji yang dibor melalui pelapisan dengan diameter 6 mm harus diuji. Temperatur larutan uji harus $24^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. Waktu pengujian minimum 45 hari. Pelapis sekitar lubang dibiarkan selama 45 hari. Pelapis tidak boleh mengembang, menjadi lembek, daya ikat berkurang, atau tidak membesarnya cacat selama waktu tersebut. Pelapis di sekitar lubang harus memperlihatkan kondisi yang baik selama 45 hari.

A.3.2 Ketidakekatan katodik

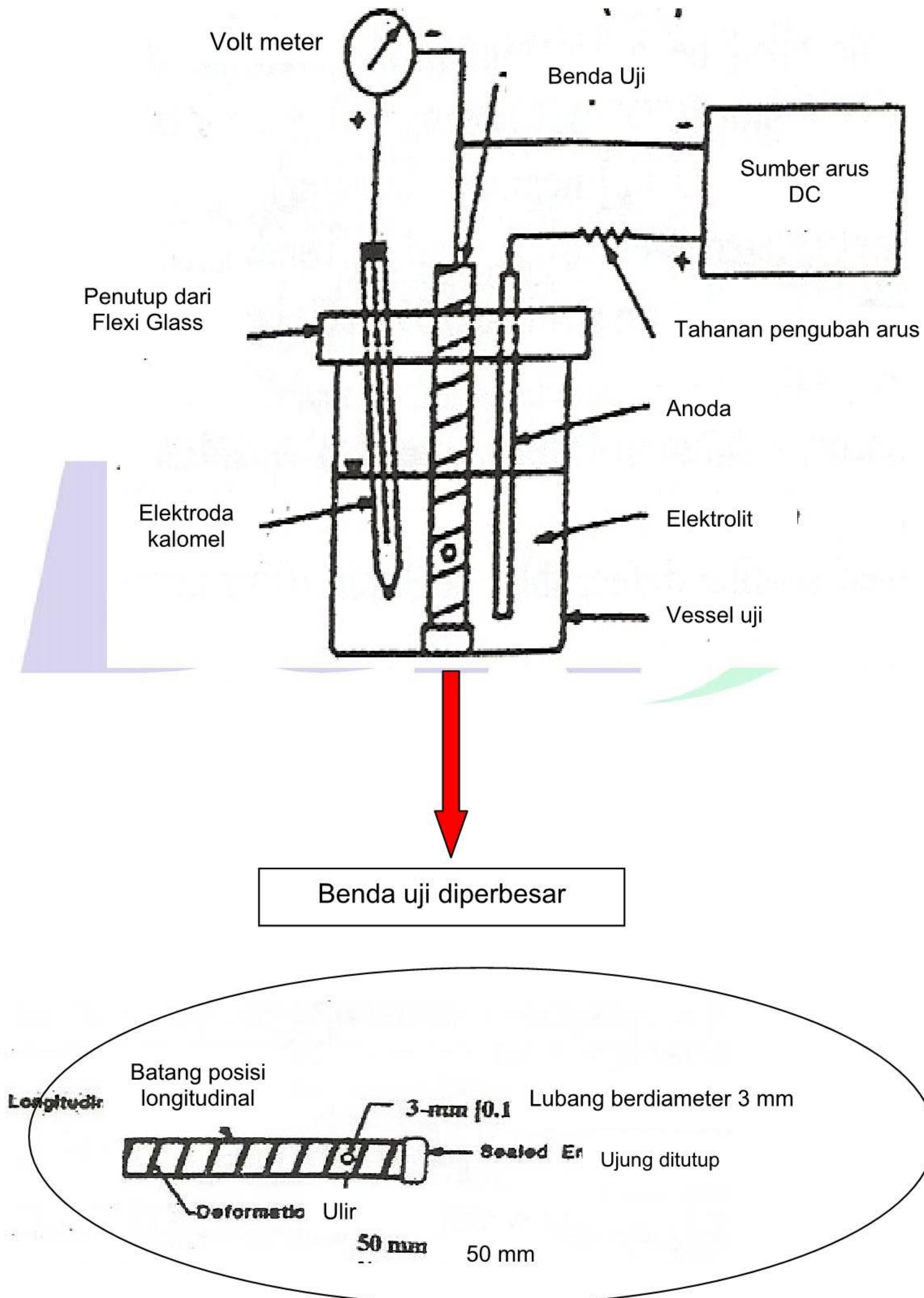
Pengujian ASTM G 8 harus diikuti:

- katoda harus baja dilapisi dengan panjang 250 mm;
- anoda elektroda platina padat dengan panjang nominal 150 mm berdiameter nominal 1,6 mm atau kawat platina berdiameter nominal 3,2 mm;
- elektroda acuan kalomel harus digunakan;
- larutan elektrolit 3% NaCl yang larut dalam air suling;
- temperatur larutan elektrolit $24^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$;
- kerusakan pelapis yang dilubangi berdiameter 3 mm;
- voltase 1,5 Volt yang terukur terhadap elektroda kalomel harus dipakai dan menggunakan tahanan pengubah arus 10Ω ; dan
- lama waktu pengujian 168 jam;
- gambar A.1 menampilkan bentuk wujud peralatan yang direkomendasikan untuk pengujian ketidakekatan katodik pada baja. Cacat lapisan harus ditempatkan kira-kira 50 mm dari ujung batang yang diuji yang terletak antara bingkai (*ribs*) longitudinal dan transversal. Pengeboran dengan diameter 3 mm harus cukup dalam untuk menyingkapkan baja secara penuh. Baja yang diuji (dengan ujung ditutup sealen) dimasukkan dalam pengujian vessel dan menambahkan elektrolit sampai 100 mm dari panjang batang yang terendam;
- tulangan yang diuji didinginkan kira-kira 1 jam $\pm 0,25$ jam sebelum evaluasi. Empat pengukuran harus dilakukan pada 0° , 90° , 180° , dan 270° dan nilai rata-rata. Rata-Rata radius ketidakekatan pelapis dari tiga baja yang dilapisi harus tidak melebihi 4 mm ketika diukur dari ujung lapisan yang cacat.

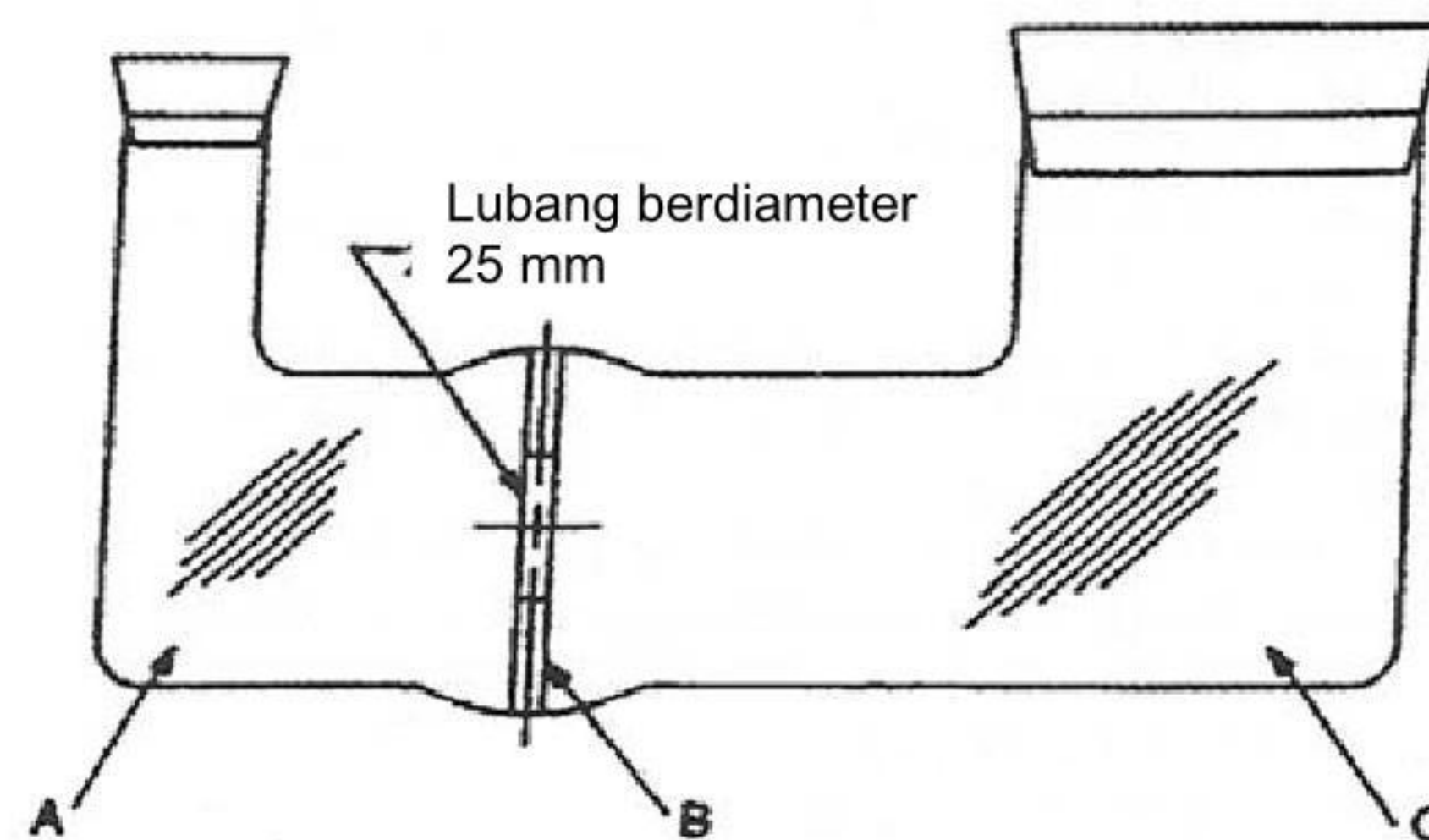
A.3.3 Tahanan semprot garam

Tahanan lapisan lingkungan panas, korosif basah harus dievaluasi sesuai ASTM B 117 dengan kerusakan yang terekspos panjangnya 250 mm akibat percikan garam

bertemperatur $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan larutan 5% NaCl dalam air suling selama $800 \text{ jam} \pm 20 \text{ jam}$. Tiga buah cacat berdiameter 3 mm harus dibor dari tiap benda uji kira-kira satu sisi diantara ulir. Tulangan yang diuji didinginkan untuk kira-kira $1 \text{ jam} \pm 0,25 \text{ jam}$ sebelum evaluasi. Empat pengukuran harus dilakukan pada 0° , 90° , 180° , dan 270° dan nilai rata-rata. Rata-rata radius ketidaglekatan pelapis dari tiga baja yang dilapisi harus tidak melebihi 4 mm ketika diukur dari ujung lapisan yang cacat.



Gambar A.1 - Konfigurasi alat pengujian ketidaglekatan/*disbondment* katodik



Komponen sel permeabilitas :

- A. Air suling
- B. Lapisan tipis epoksi diantara dua kaca berdiameter 25 mm
- C. Larutan NaCl dengan kadar 3 M

Gambar A.2 - Konfigurasi alat pengujian permeabilitas klorida

A.3.4 Permeabilitas terhadap larutan klorida

Karakteristik permeabilitas klorida dari tulangan mempunyai ketebalan lapisan tipis 175 μm sampai dengan 225 μm harus dilakukan dua kali pengujian dan temperaturnya $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 45 hari. Sel permeabilitas harus tipe seperti yang ditunjukkan Gambar A.2. Lapisan tipis harus dipilih secara hati-hati dan diperiksa cacatnya sebelum dirangkai dalam sel. Sel harus terdiri dari dua tempat yang terpisah oleh kaca, yang masing-masing berlubang berdiameter 25 mm. Satu tempat akan berisi 175 mL 3M NaCl dan yang lain 115 mL air suling. Pergerakan ion klorida yang melintas film harus diukur penggunaan ion meter yang dilengkapi dengan elektroda klorida dan elektroda acuan simpangan ganda. Pengukuran pergerakan harus dikonversi kedalam nilai mole/L (M) dengan suatu diagram konversi, dengan menggambar pergerakan ion klorid terhadap konsentrasi ion klorid yang diketahui. Konsentrasi akumulasi ion klorida yang melalui lapisan tipis harus kurang dari 1×10^{-4} M.

A.3.5 Fleksibilitas pelapis

- a) Fleksibilitas harus dievaluasi dengan tiga baja dilapisi yang dilengkungkan 180° (setelah *rebound*) sekitar 150 mm (6-in.) diameter mandrel. Tekukan harus dilakukan dengan kecepatan sama dan diselesaikan dalam waktu 15 detik. Dua *ribs longitudinal* harus ditempatkan tegak lurus terhadap radius mandrel dan contoh uji pada temperatur $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;
- b) Tidak boleh ada retak yang terlihat oleh seseorang pada radius luar dari tiga baja yang dilengkungkan;
- c) Pengujian fraktur atau kegagalan parsial baja tulangan, retak, ketidaglekatan yang disebabkan oleh cacat permukaan yang terjadi setelah pengujian lengkung, harus dipertimbangkan suatu pengujian yang gagal dan pengujian akan diulangi pada contoh uji baru.

A.3.6 Kekuatan ikatan relatif dalam beton

Kekuatan ikatan relatif baja tulangan dalam beton bertulang harus ditentukan dengan contoh uji ujung batang oleh metode yang diuraikan metode uji ASTM A 944 yang menggunakan baja tulangan No. 19 dengan nilai rasio area bingkai 0,075 dan 0,085. (suatu perbandingan antara jarak area bingkai ke sumbu tulangan dan jarak sumbu ke sumbu bingkai). Tulangan harus terletak di dasar dan mempunyai selimut $40 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$, panjang pangkalnya $13 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$, dan panjang yang terikat $250 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$. Batang uji harus dihadapkan sehingga longitudinal terhadap bingkai dan dengan posisi menggulung, maka posisi terhadap gaya tarik akan sama untuk tulangan tak berlapis dan dilapis. Batang-batang uji masing-masing harus ditekan dengan yang sama terhadap arah gulungan. Tiga sampai dengan enam jumlah contoh uji yang dilapis dan tiga sampai dengan enam contoh uji yang tak dilapis harus diuji. Semua baja tulangan dalam suatu kelompok pengujian harus dari satu peleburan baja yang sama. Tulangan yang tak dilapis harus dibersihkan hanya dengan aseton atau larutan lain yang cocok. Kekuatan ikat rata-rata tulangan yang dilapis minimal harus 85% dari rata-rata kekuatan ikat tulangan yang tak dilapis.

A.3.7 Tahanan abrasi

Tahanan pelapis terhadap abrasi dari setiap tiga panel baja dengan taber abraser (Metode pengujian ASTM D 4060) atau equivalennya, menggunakan roda BK (Baja Karbon)-10 dan 1 kg beban/roda, sehingga berat hilang tidak melebihi 100 mg/1000 putaran.

A.3.8 Pengujian impak

Tahanan baja yang dilapis terhadap kerusakan mekanis harus ditentukan oleh *falling weight test*. Peralatan pengujianya sangat mirip sebagaimana dijelaskan dalam metode pengujian ASTM G 14 harus digunakan dengan alat penumbuk (*tup*) 1,8 kg dan berdiameter ujung depan 16 mm. Impak harus terjadi pada bagian bawah tulangan yang dilapis, yaitu diantara deformasi atau bingkai. Pengujian harus dilakukan pada temperatur $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan impak 9 Nm, tidak ada serpihan, tidak retak pecah, atau tidak kehilangan lekatan pada pelapis kecuali di tempat impak yang secara tetap terdeformasi oleh *tup*.

A.4 Pengujian kualifikasi

A.4.1 Bagian pengujian

Pengujian kualifikasi harus dilakukan oleh suatu bagian yang bisa diterima oleh pemesan.

A.5 Sertifikasi

Rangkuman laporan hasil semua pengujian dan paraf hasil pengujian laboratorium harus disertakan kepada pembuat.

**Lampiran B
(informatif)
Petunjuk praktis untuk pekerjaan lapangan**

- a) Spesifikasi ini adalah standar barang pabrik (*standard product*). Persyaratan untuk tulangan yang dilapis epoksi dengan ikatan fusi dari tempat pengiriman sampai ke lokasi dan berikut pelaksanaan di lapangan tidak ditentukan dalam spesifikasi ini;
- b) *The American Concrete Institute* telah menerbitkan "*Specifications for Structural Concrete (ACI 301)*". Standar Spesifikasi ACI 301 tidak digunakan secara menyeluruh dalam spesifikasi ini. Seorang arsitek bisa memakai Standard Spesifikasi ACI 301 sebagai standar spesifikasi untuk beberapa proyek pelaksanaan beton di lapangan. Standar Spesifikasi ACI 301 memasukkan ketentuan baja tulangan yang dilapis epoksi;
- c) Spesifikasi ini merupakan persyaratan untuk tulangan yang dilapis dari semenjak pengiriman sampai ke lapangan dan berikut pelaksanaan di lapangan. Ketidadaan persyaratan dalam spesifikasi, maka petunjuk praktis di lapangan disarankan untuk digunakan.
 - 1) Pada saat membawa/mengangkut baja yang dilapis, perlu hati-hati untuk menghindari tergores/abrasi dari bundelan tulangan dan tulangnya;
 - 2) Peralatan untuk membawa tulangan harus tidak bersentuhan;
 - 3) Tulangan baja harus tidak dibebani terutama di dekat tumpuannya atau dengan crane batang sehingga terangkat dari tempatnya semula;
 - 4) Tulangan baja harus disimpan di tempat yang terlindungi dan kayu diperlukan sebagai tumpuan bundel tulangan. Jarak tumpuan harus dekat untuk menjaga bundel tulangan;
 - 5) Baja tulangan yang dilapis dan tidak dilapis harus disimpan terpisah;
 - 6) Penyimpanan dalam waktu lama harus diminimalkan dan tahapan penghentian pekerjaan disesuaikan dengan kemajuan pekerjaan;
 - 7) Apabila diperlukan penyimpanan baja di luar gudang selama lebih dua bulan, maka perlu penyimpanan protektif yang terukur untuk melindungi tulangan dari matahari, garam dan iklim. Apabila tulangan yang disimpan di luar tanpa pelindung maka harus dicatat. Tulangan yang disimpan dalam lingkungan korosif memerlukan perlindungan dengan segera. Bundel atau tulangan baja harus dilindungi dengan lembaran *polyethylene* kedap cahaya atau bahan pelindung lain yang cocok. Untuk tumpukan bundel tulangan perlindungan harus dilakukan pada sekelilingnya. Pelindung harus cukup aman dan ada sirkulasi udara di sekitar tulangan untuk meminimalkan kelembaban di bawah penutup;
 - 8) Apabila kerusakan pelapis melebihi 2% dari luas permukaan tulangan sepanjang 0,3 m, maka pelapis harus ditolak;
 - 9) Apabila kerusakan pelapis kurang 2% dari luas permukaan tulangan sepanjang 0,3 m, seluruh kerusakan yang terlihat harus diperbaiki dengan bahan tambal.

CATATAN B.1 – Seandainya jumlah lapisan rusak yang diperbaiki dengan panjang 0,3 m melebihi 3%, maka bagian tersebut harus dibuang. Dalam penambalan daerah yang rusak, maka harus diperhatikan bahwa tambalan tidak melebihi luas daerah yang ditambal selama proses perbaikan. Luas area yang terlalu besar dari pada tebal bahan tambalan, khususnya tulangan yang berdiameter lebih kecil akan menyebabkan berkurangnya kekuatan lekatan tulangan terhadap beton.

- 10) Tulangan baja yang dilapis tidak boleh dipotong dengan las;

- 11) Tulangan harus diperiksa terlebih dahulu kerusakan pelapis sebelum dipakai untuk beton. Apabila ada kerusakan, maka harus diperbaiki dengan penambalan sesuai dengan spesifikasi ini;
- 12) Bahan tambal harus dipakai sesuai petunjuk tertulis dari pembuatnya. Sebelum pemakaian bahan tambal, kotoran/debu harus dibersihkan dari areal yang rusak dengan cara yang sesuai. Bahan tambal harus dijaga sebelum pemasangan tulangan yang dilapis pada beton;
- 13) Ketika tulangan yang dilapis dipasang pada beton, maka semua tulangan kawat sengkang dan yang lainnya harus dilapis dengan bahan elektrik, misalnya lapisan epoksi atau bahan pelapis plastik yang cocok dengan beton;
- 14) Setelah pemakaian tulangan pada beton, maka pergerakan dari tulangan harus diminimalisasi. Pemakaian alat harus dilakukan untuk menghindarkan kerusakan tulangan yang dilapis;
- 15) Bilamana menggunakan alat penggetar untuk memadatkan beton di sekitar tulangan yang telah dilapis, maka alat yang digunakan harus dari karet atau yang lain yang bukan dari besi.



Bibliografi

SSPC (*Steel Structure Painting Council*)-SP 10, Near-white blast cleaning

SSPC (*Steel Structure Painting Council*)-VIS I, Pictorial surface preparation standards for painting steel surfaces

Concrete Reinforcing Steel Institute, Voluntary certification program for fusion bonded epoxy coating applicator plants

Standar Internasional NACE (*National Association of Corrosion Engineers*) RP-287-87, *Field measurement of surface profile of abrasive blast-cleaned steel surface using a replica tape*

ACI (*American Concrete Institute*) 301, *Specifications for structural concrete*











BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3,4,7,10
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id